

APR 2005

JUN 10, 2004

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年5月27日 (27.05.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/044893 A1(51) 国際特許分類⁷:

G10L 19/12

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2003/014298

(22) 国際出願日:

2003年11月11日 (11.11.2003)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願 2002-330768

2002年11月14日 (14.11.2002) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 森井 利幸 (MORII,Toshiyuki) [JP/JP]; 〒215-0015 神奈川県川崎市麻生区虹ヶ丘3-1-12-304 Kanagawa (JP).

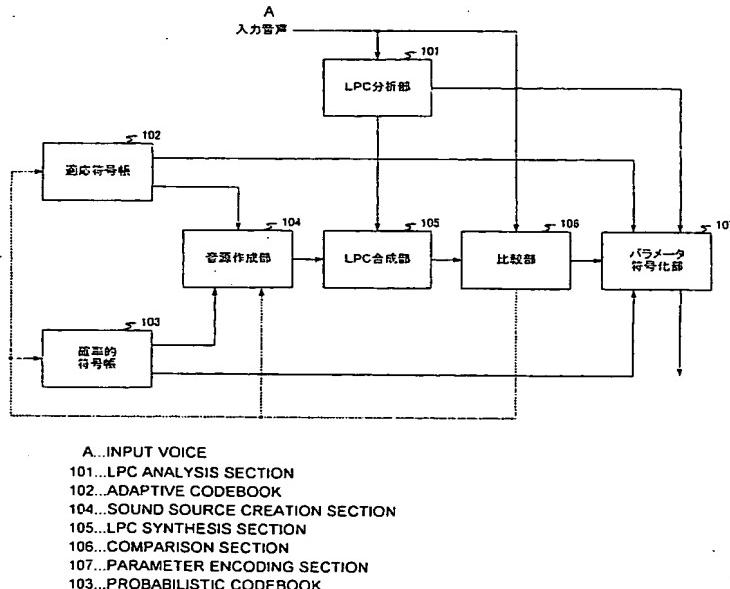
(74) 代理人: 鷲田 公一 (WASHIDA,Kimihito); 〒206-0034 東京都多摩市鶴牧1丁目24-1 新都市センタービル5階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

(続葉有)

(54) Title: METHOD FOR ENCODING SOUND SOURCE OF PROBABILISTIC CODE BOOK

(54) 発明の名称: 確率的符号帳の音源の符号化方法



(57) Abstract: A probabilistic codebook (103) correlates a pulse position of a predetermined channel with a pulse position of another channel, searches the pulse position by a predetermined algorithm, and outputs a code consisting of the searched pulse position and the polarity code as a code of probabilistic sound source to a sound source creation section (104). Thus, it is possible to assure such a variation that there is no position where no pulse arises while reducing the number of bits when encoding the pulse of the probabilistic codebook for reducing the bit rate.

(57) 要約: 確率的符号帳 103 は、所定のチャネルのパルス位置を他のチャネルのパルス位置と関連付け、所定のアルゴリズムによりパルス位置を探索し、探索されたパルス位置と極性の符号とを合わせた符号を確率的音源の符号として音源作成部 104 に出力する。これにより、低ビットレート化のために確率的符号帳のパルスを符号化する際のビット数の削減を図りながら、パルスが全く立た

(続葉有)

WO 2004/044893 A1

BEST AVAILABLE COPY



SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS,
MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ヨーラシア特
許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッ
パ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明細書

確率的符号帳の音源の符号化方法

5 技術分野

本発明は、C E L P方式の音声符号化装置／音声復号装置における確率的符号帳の音源の符号化方法に関する。

背景技術

10 インターネット通信に代表されるパケット通信システムや、移動通信システムなどで音声信号を伝送する場合、音声信号の伝送効率を高めるため、圧縮・符号化技術が使われる。これまでに多くの音声符号化方式が開発されており、C E L P方式等、近年開発された低ビットレート音声符号化方式の多くは、音声信号をスペクトル包絡情報とスペクトルの微細構造情報とに分離し、分離した情報をそれぞれ圧縮・符号化する方式である。

15 C E L P方式の音声符号化装置では、適応符号帳が格納している適応コードベクトルと、確率的符号帳が格納している固定コードベクトルの全組み合わせについて合成音声ベクトルを計算し、各合成音声と入力音声信号との距離計算を行い、距離が最小となる適応コードベクトルのインデクスと固定コードベクトルのインデクス求める。

20 ここで、確率的符号帳の1つとして、代数的符号帳（Algebraic Codebook）が知られている。この符号帳は、比較的少ない計算量で確率的符号帳の探索を行うことができることから、近年のC E L Pで多く用いられている符号帳である。

25 代数的符号帳の音源は、少数の振幅1で極性（+、-）のあるパルスで構成され、パルス位置（この場合の音源波形候補）は互いに重ならないような配置となる。

例えば、サブフレーム 32、パルス本数（＝チャネル数）4の場合、各チャネルのパルスの数は $32 / 4 = 8$ で、第0チャネルのパルス位置 $i_{c i 0}[i_0]$ 、第1チャネルのパルス位置 $i_{c i 1}[i_1]$ 、第2チャネルのパルス位置 $i_{c i 2}[i_2]$ 、第3チャネルのパルス位置 $i_{c i 3}[i_3]$ は以下のようになる。なお、 i_0 、 i_1 、 i_2 、 i_3 は各チャネルのインデクスを示す。

$$i_{c i 0}[i_0] = \{0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28\}$$

$$i_{c i 1}[i_1] = \{1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29\}$$

$$i_{c i 2}[i_2] = \{2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30\}$$

$$i_{c i 3}[i_3] = \{3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31\}$$

従来の確率的符号帳は、各チャネルのパルス位置を独立に符号化し、これと極性の符号を合わせた符号を確率的音源の符号としている。

例えば、上記のサブフレーム長 32、チャネル数 4 の場合、従来の確率的符号帳 103 は、各チャネルのパルス位置を 3 ビットで表現し、極性の符号と合わせて、 $(3 + 1) \times 4 = 16$ ビットの符号により符号化する。

しかしながら、上記従来の確率的符号帳の符号化方法では、ビットレートが低くなると、各チャネルに割り当てるビットも限られ、パルスが全く立たない位置が存在するようになり、符号（位置情報）に対応する音源波形のヴァリエーションが激減するため、音質劣化が起こるという問題を有している。

例えば、上記サブフレーム長 32、チャネル数 4 の場合、16 ビット未満で符号化するとパルスが全く立たない位置が存在するようになる。

発明の開示

本発明の目的は、確率的符号帳のパルスを符号化する際のビット数の削減を図りながら、パルスが全く立たない位置が存在しないようにヴァリエーションを確保することができる確率的符号帳の音源の符号化方法を提供することである。

この目的は、所定のチャネルのパルス位置を他のチャネルのパルス位置と関

連付け、所定のアルゴリズムによりパルス位置を探索し、探索されたパルス位置の符号と極性の符号とを確率的音源の符号とすることにより達成される。

図面の簡単な説明

- 5 図1は、C E L P方式の音声符号化装置の構成を示すブロック図、
図2は、本発明の実施の形態1に係る符号化方法における各チャネルのパルス探索アルゴリズムの一例を示すフロー図、
図3は、本発明の実施の形態1に係る符号化方法における各チャネルのパルス探索アルゴリズムの一例を示すフロー図、
- 10 図4は、本発明の実施の形態2に係る符号化方法における各チャネルのパルス探索アルゴリズムの一例を示すフロー図、及び、
図5は、本発明の実施の形態2に係る符号化方法における各チャネルのパルス探索アルゴリズムの一例を示すフロー図である。

15 発明を実施するための最良の形態

- 図1は、C E L P方式の音声符号化装置の構成を示すブロック図である。なお、入力音声信号は、20ms程度の時間間隔で区切られた処理フレームごとに、音声符号化装置に逐次入力されるものとする。
 処理フレームごとに音声符号化装置に入力された入力音声信号は、まず、L
20 P C分析部101に供給される。L P C分析部101は、入力音声信号をL P
 C (Linear Predictive Coding) 分析してL P C係数を取得し、L P C係数をベ
 クトル量化してL P C符号とし、このL P C符号を復号して復号化L P C係
 数を得る。

- 音源作成部104は、適応符号帳102及び確率的符号帳103から、それ
25 ぞれ適応コードベクトル及び固定コードベクトルを読み出して、L P C合成部
 105へ送る。L P C合成部105は、音源作成部104から供給される適応
 コードベクトル及び固定コードベクトルを、L P C分析部101より与えられ

る復号化 L P C 係数をフィルタ係数にもつ全極型の合成フィルタでそれぞれ合成フィルタリングし、合成適応コードベクトル及び合成固定コードベクトルを得る。

比較部 106 は、L P C 合成部 105 から出力される合成適応コードベクトルと合成固定コードベクトルと入力音声信号との関係を分析して、合成適応コードベクトルに乘じる適応符号帳最適ゲインと合成固定コードベクトルに乘じる確率的符号帳最適ゲインをそれぞれ求める。

また、比較部 106 は、合成適応コードベクトルに適応符号帳最適ゲインを乗じて得られるベクトルと、合成固定コードベクトルに確率的符号帳最適ゲインを乗じて得られるベクトルとを加算して合成音声ベクトルを取得し、合成音声と入力音声信号との距離計算を行う。そして、比較部 106 は、適応符号帳 102 が格納している適応コードベクトルと、確率的符号帳 103 が格納している固定コードベクトルの全組み合わせについて合成音声ベクトルを取得し、合成音声と入力音声信号との距離が最小となる適応コードベクトルのインデックスと固定コードベクトルのインデックス求める。そして、比較部 106 は、各符号帳から出力されるコードベクトルのインデックス、インデックスに対応するそれぞれのコードベクトル、並びにインデックスに対応する適応符号帳最適ゲイン及び確率的符号帳最適ゲインをパラメータ符号化部 107 へ送る。

パラメータ符号化部 107 は、適応符号帳最適ゲインと確率的符号帳最適ゲインを符号化してゲイン符号を取得し、ゲイン符号と、L P C 分析部 101 から与えられた L P C 符号と、各符号帳のインデックスとを処理フレームごとにまとめて出力する。

また、パラメータ符号化部 107 は、適応符号帳のインデックスに対応する適応コードベクトルにゲイン符号に対応する適応符号帳ゲインを乗じて得られるベクトルと、確率的符号帳のインデックスに対応する固定コードベクトルにゲイン符号に対応する確率的符号帳ゲインを乗じたベクトルとの 2 つベクトルを加算して駆動音源ベクトルを取得し、駆動音源ベクトルで適応符号帳 102 内の

古い適応コードベクトルを更新する。

なお、LPC合成部105における合成フィルタリングは、線形予測係数や、高域強調フィルタや、入力音声を長期予測分析して得られる長期予測係数を用いた聴感重み付けフィルタを併用するのが一般的である。

- 5 また、適応符号帳と確率的符号帳の最適インデクスの探索、最適ゲインの算出、最適ゲインの符号化処理は、フレームを更に分割したサブフレーム単位で行われるのが一般的である。

- なお、音声復号装置（デコーダ）では、図1に示したLPC分析部101、適応符号帳102、確率的符号帳103、音源作成部104、LPC合成部105と同一の構成を備え、音声符号化装置から伝送されてきた各符号を復号して音源波形を得る。

ここで、計算量を削減するために、比較部106では、通常、適応符号帳102の音源と確率的符号帳103の音源をオープンループにより探索する。以下、このオープンループによる探索手順を述べる。

- 15 (1) まず、音源作成部104が適応符号帳102のみから音源候補（適応音源）を次々に選び、LPC合成部105が合成音を生成し、比較部106が入力音声と合成音との比較を行って最適な適応符号帳102の符号を選択する。なお、この時のゲインは符号化歪が最も少なくなる値（最適ゲイン）であると仮定して選択を行う。
- 20 (2) 次に、上記適応符号帳の符号を固定し、音源作成部104が適応符号帳102からは同じ音源を、確率的符号帳103が比較部106の符号に対応した音源（確率的音源）を次々に選択し、LPC合成部105が合成音を生成し、比較部106が両合成音の和と入力音声の比較を行って最適な確率的符号帳103の符号を決定する。なお、上記(1)と同様に、この時のゲインは符号化歪が最も少くなる値（最適ゲイン）であることを仮定して選択を行う。

以上の手順にて最適な音源を探索することにより、両符号帳の全ての音源の組み合わせを比較して最適な音源を探索する方法より、符号化性能は若干劣化

するが、計算量は大幅に削減される。

次に、確率的符号帳 103 の音源の探索方法の詳細について説明する。

音源の符号の導出は、以下の式（1）の符号化歪 E を最小化する音源を探索することにより行われる。なお、式（1）において、 x ：符号化ターゲット、
5 p ：適応音源のゲイン、 H ：聴感重み付け合成フィルタ、 a ：適応音源、 q ：確率的音源のゲイン、 s ：確率的音源である。

$$E = |x - (pHa + qHs)|^2 \quad \dots \text{式 (1)}$$

適応音源はオープンループで探索されるので、確率的符号帳 103 の符号の導出は以下の式（2）の符号化歪 E を最小化する確率的音源を探索することにより行われる。なお、式（2）において、 y ：確率的音源探索のターゲットベクトルである。
10

$$y = x - p H a$$

$$E = |y - q H s|^2 \quad \dots \text{式 (2)}$$

ここで、ゲイン p 、 q は音源を探索した後で決定するものとし、ゲイン p 、
15 $q = 1$ とすることにより、上記式（2）は以下の式（3）と書くことができる。

$$y = x - \frac{x \cdot H a}{|H a|^2} H a$$

$$E = |y - \frac{y \cdot H s}{|H s|^2} H s|^2 \quad \dots \text{式 (3)}$$

15

そして、この歪の式を最小化することは以下の式（4）の関数 C を最大化することと等価である。

$$C = \frac{(y H \cdot s)^2}{s H H s} \quad \dots \text{式 (4)}$$

従って、代数符号帳の音源のような少数パルスからなる音源の探索の場合は、
20 $y H$ と $H H$ を予め計算しておけば、少ない計算量で上記関数 C を算出することができる。

$y H$ はベクトル y を逆順にしてマトリクス H を畳み込み、更にその結果を逆順にすることにより求めることができ、 HH はマトリクス同士の掛け算により求めることができる。

確率的符号帳 103 は、以下の（1）から（4）の手順により、確率的音源 5 を探索して符号化する。

- （1）まず、前処理として、ベクトル $y H$ とマトリクス HH を算出する。
- （2）次に、ベクトル $y H$ の要素の極性（+ -）から、事前にパルスの極性を決める。具体的には、各位置に立つパルスの極性を $y H$ のその位置の値に合わせることとし、 $y H$ の値の極性を別の配列に格納しておく。各位置の極性を別 10 の配列に格納した後、 $y H$ の値は全て絶対値をとり正の値に変換しておく。また、その極性にあわせて HH の値も極性を乗ずることによって変換しておく。
- （3）次に、 n 重ループ (n はチャネル数) の探索アルゴリズムを用いて、 $y H$ と HH の値を加算することにより上記式（4）に示した関数 C を求め、この値が最大となる各チャネルのパルス位置を探索する。
- 15 （4）探索された各チャネルのパルス位置を符号化し、これと極性の符号を合 わせた符号を確率的音源の符号とする。

以下、本発明の各実施の形態に係る確率的音源の符号化方法について、添付図面を参照して詳細に説明する。なお、各実施の形態では、サブフレーム 32、パルス本数 (=チャネル数) 4 の代数的符号帳を用いて説明する。

20 (実施の形態 1)

実施の形態 1 では、所定のチャネルのインデックスを他のチャネルによって変化させる場合について説明する。

本実施の形態では、第 0 チャネルのパルス位置 $i_c i_0 [i_0]$ 、第 1 チャネルのパルス位置 $i_c i_1 [j_1]$ 、第 2 チャネルのパルス位置 $i_c i_2 [j_2]$ 、第 3 チャネルのパルス位置 $i_c i_3 [j_3]$ を以下のものとする。

$$i_c i_0 [i_0] = \{0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28\}$$

$$i_c i_1 [j_1] = \{1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29\}$$

`i c i 2 [j 2] = {2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30}`

`i c i 3 [j 3] = {3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31}`

なお、 i_0 ($0 \leq i_0 \leq 7$) は第0チャネルのインデクス、 j_1 ($0 \leq j_1 \leq 7$) は第1チャネルのインデクス、 j_2 ($0 \leq j_2 \leq 7$) は第2チャネルのインデクス、 j_3 ($0 \leq j_3 \leq 7$) は第3チャネルのインデクスである。

例えば、 $i_0=0$ のパルス位置は $\{0\}$ 、 $i_0=1$ のパルス位置は $\{4\} \dots$ 、
 $j_1=0$ のパルス位置は $\{1\}$ 、 $j_1=1$ のパルス位置は $\{5\} \dots$ となる。

また、第1チャネル、第2チャネル、第3チャネルのパルスは、2個1組にグループ化される。例えば、第1チャネルは、第0グループ $\{1, 5\}$ 、第1グループ $\{9, 13\}$ 、第2グループ $\{17, 21\}$ 、第3グループ $\{25, 29\}$ の4つにグループ化される。

そして、 i_1 ($0 \leq i_1 \leq 3$) を第1チャネルのグループインデクス、 i_2 ($0 \leq i_2 \leq 3$) を第2チャネルのグループインデクス、 i_3 ($0 \leq i_3 \leq 3$) を第3チャネルのグループインデクスとすると、インデクス j_1 、 j_2 、 j_3 とグループインデクス i_1 、 i_2 、 i_3 とは以下の式(5)の関係を有する。

$$j_1 = i_1 \times 2 + (i_0 \% 2)$$

$$j_2 = i_2 \times 2 + ((i_0 + i_1) \% 2)$$

$$j_3 = i_3 \times 2 + ((i_1 + i_2) \% 2) \dots \text{式(5)}$$

ただし、式(5)において、「%」はその左の数値(インデクス)を右の数値で除した際の剰余を求める演算である。なお、インデクス $i_0 \sim i_3$ を2進数で表現すれば、「%」の演算は、その左のインデクスの最下位1ビットの符号を調べるだけで実現することができる。

本実施の形態では、上記式(5)に示すように、第1から第3のチャネルのインデクスを他のチャネルのインデクスによって変化させる。例えば、第1チャネルのインデクス j_1 は第0チャネルのインデクス i_0 によって変化し、 $i_0=0$ のとき `i c i 1 [j 1] = {1, 9, 17, 25}` であり、 $i_0=1$ のとき `i c i 1 [j 1] = {5, 13, 21, 29}` である。

図2、図3は、本実施の形態に係る符号化方法における各チャネルのパルス探索アルゴリズムの一例を示すフロー図である。

図2、図3において、第0ループは i_0 を0から7まで変化させるループであり、第1ループは i_1 を0から3まで変化させるループであり、第2ループ
5 は i_2 を0から3まで変化させるループであり、第3ループは i_3 を0から3まで変化させるループである。

図2、図3では、まず、 $i_0 = 0$ 、 $i_1 = 0$ 、 $i_2 = 0$ を固定し、第1段階として第3ループにて各 i_3 における y 、 H を算出し、その中の最大値 y_{max} 、
10 H_{max} 、及び、そのときの i_0 、 i_1 、 i_2 、 i_3 をそれぞれ i_{i0} 、 i_{i1} 、 i_{i2} 、 i_{i3} として保存する。この場合、探索される第3チャネルのパルス位置は、
 $i_ci3[j_3] = \{3, 11, 19, 27\}$ である。

次に、第2段階として、第2ループにて i_2 をインクリメントさせ、各 i_2 において上記第1段階の演算を行う。なお、 $i_0 = 0$ 、 $i_1 = 0$ 、 $i_2 = 1$ の場合、第1段階で探索される第3チャネルのパルス位置は、 $i_ci3[j_3]$
15 $= \{7, 15, 23, 31\}$ である。このように、 i_0 、 i_1 、 i_2 の値によって第1段階で探索される第3チャネルのパルス位置が変化する。

次に、第3段階として、第1ループにて i_1 をインクリメントさせ、各 i_1 において上記第1段階、第2段階の演算を行う。この場合、 i_0 、 i_1 の値によって第2段階で探索される第2チャネルのパルス位置が変化する。
20

最後に、第4段階として、第0ループにて i_0 をインクリメントさせ、 i_0 において上記第1段階、第2段階、第3段階の演算を行う。この場合、 i_0 の値によって第3段階で探索される第1チャネルのパルス位置が変化する。

このように、本実施の形態では、 n 重ループ（ n はチャネル数）の探索アルゴリズムにおいて、ループの外側の符号に応じて内側のループの候補位置を変化させる。
25

そして、探索した全てのパルス位置において y 、 H が最大となる i_{i0} 、 i_{i1} 、 i_{i2} 、 i_{i3} を求める。

この結果、 i_{i0} は3ビット、 i_{i1} 、 i_{i2} 、 i_{i3} は各2ビットなので、パルス位置は9ビットで符号化することができ、各チャネルの極性の符号（1ビット×4チャネル）と合わせて13ビットの符号により符号化することができる。従って、従来よりも符号化に必要なビット数を削減することができ、低5 ビットレート化を図ることができる。

一方、第1から第3チャネルのインデクス j_1 、 j_2 、 j_3 はそれぞれ8箇所とることができるので、サブフレームにおいてパルスが全く立たない位置が存在せず、符号（位置情報）に対応する音源波形のヴァリエーションを確保することができ、音質劣化を防ぐことができる。

10 このように、本実施の形態によれば、所定のチャネルのインデクスを他のチャネルによって変化させることにより、所定のチャネルのパルス位置を他のチャネルのパルス位置と関連付ける。これにより、確率的音源を従来よりも少ないビット数で表現することができ、かつ、パルスが全く立たない位置が存在しないようにヴァリエーションを確保することができる。

15 (実施の形態2)

実施の形態2は、所定のチャネルのパルス位置そのものを他のチャネルによって変化させる場合について説明する。

本実施の形態では、第0チャネルのパルス位置 $i_{ci0}[i_0]$ 、第1チャネルのパルス位置 $i_{ci1}[i_1]$ 、第2チャネルのパルス位置 $i_{ci2}[i_2]$ 、第3チャネルのパルス位置 $i_{ci3}[i_3]$ を以下のものとする。ここで、第1から第3チャネルのパルス位置の1つ多い位置が存在しないことに注意されたい。

$$i_{ci0}[i_0] = \{4, 7, 12, 15, 20, 23, 28, 31\}$$

$$i_{ci1}[i_1] = \{0, 8, 16, 24\}$$

$$i_{ci2}[i_2] = \{2, 10, 18, 26\}$$

$$i_{ci3}[i_3] = \{5, 13, 21, 29\}$$

なお、 i_0 ($0 \leq i_0 \leq 7$) は第0チャネルのインデクス、 i_1 ($0 \leq i_1$

≤ 3) は第 1 チャネルのインデクス、 i_2 ($0 \leq i_2 \leq 3$) は第 2 チャネルのインデクス、 i_3 ($0 \leq i_3 \leq 3$) は第 3 チャネルのインデクスである。

例えば、 $i_0 = 0$ のパルス位置は {4}、 $i_0 = 1$ のパルス位置は {7} ……、 $i_1 = 0$ のパルス位置は {0}、 $i_1 = 1$ のパルス位置は {8} ……となる。

5 そして、各チャネルのパルス位置 $i_c i_0 [i_0]$ 、 $i_c i_1 [i_1]$ 、 $i_c i_2 [i_2]$ 、 $i_c i_3 [i_3]$ は、以下の式 (6) によりインデクス i_0 、 i_1 、 i_2 、 i_3 にて k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 に調整される。

$$k_0 = i_c i_0 [i_0]$$

$$k_1 = i_c i_1 [i_1] \times 2 + (i_0 \% 2)$$

10 $k_2 = i_c i_0 [i_2] \times 2 + ((i_0 + i_1) \% 2)$

$$k_3 = i_c i_0 [i_3] \times 2 + ((i_1 + i_2) \% 2) \cdots \text{式 (6)}$$

ただし、式 (6) において、「%」はその左の数値（インデクス）を右の数値で除した際の剰余を求める演算である。

上記式 (6) に示すように、本実施の形態では、第 1 から第 3 のチャネルの 15 パルスの位置そのものを他のチャネルによって変化させる。この結果、第 0 から第 3 チャネルの調整されたパルス位置 k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 は以下のようになる。

$$k_0 = \{4, 7, 12, 15, 20, 23, 28, 31\}$$

$$k_1 = \{0, 1, 8, 9, 16, 17, 24, 25\}$$

20 $k_2 = \{2, 3, 10, 11, 18, 19, 26, 27\}$

$$k_3 = \{5, 6, 13, 14, 21, 22, 29, 30\}$$

図 4、図 5 は、本実施の形態に係る符号化方法における各チャネルのパルス探索アルゴリズムの一例を示すフロー図である。

図 4、図 5 において、第 0 ループは i_0 を 0 から 7 まで変化させるループであり、第 1 ループは i_1 を 0 から 3 まで変化させるループであり、第 2 ループは i_2 を 0 から 3 まで変化させるループであり、第 3 ループは i_3 を 0 から 3 まで変化させるループである。

図4、図5では、まず、 $i_0 = 0$ 、 $i_1 = 0$ 、 $i_2 = 0$ を固定し、第1段階として第3ループにて各 i_3 における y 、 H を算出し、その中の最大値 y_{max} 、 H_{max} 、及び、そのときの i_0 、 i_1 、 i_2 、 i_3 をそれぞれ i_{i0} 、 i_{i1} 、 i_{i2} 、 i_{i3} として保存する。

- 5 次に、第2段階として、第2ループにて i_2 をインクリメントさせ、各 i_2 において上記第1段階の演算を行う。

次に、第3段階として、第1ループにて i_1 をインクリメントさせ、各 i_1 において上記第1段階、第2段階の演算を行う。

- 最後に、第4段階として、第0ループにて i_0 をインクリメントさせ、 i_0 において上記第1段階、第2段階、第3段階の演算を行い、探索した全てのパルス位置において y 、 H が最大となる i_{i0} 、 i_{i1} 、 i_{i2} 、 i_{i3} を求めること。

- この結果、 i_{i0} は3ビット、 i_{i1} 、 i_{i2} 、 i_{i3} は各2ビットなので、パルス位置は9ビットで符号化することができ、各チャネルの極性の符号（1ビット×4チャネル）と合わせて13ビットの符号により符号化することができる。従って、従来よりも符号化に必要なビット数を削減することができ、低ピットレート化を図ることができる。

- 一方、第1から第3チャネルの調整されたパルス位置（ k_1 、 k_2 、 k_3 ）はそれぞれ8箇所とるので、サブフレームにおいてパルスが全く立たない位置が存在せず、符号（位置情報）に対応する音源波形のヴァリエーションを確保することができ、音質劣化を防ぐことができる。

- このように、本実施の形態によれば、所定のチャネルのパルス位置そのものを他のチャネルによって変化させることにより、従来よりも少ないビット数で確率的音源を表現することができ、かつ、パルスが全く立たない位置が存在しないようにヴァリエーションを確保することができる。

なお、音声復号装置に用意された確率的符号帳では、上記各実施の形態で符号化され、伝送された各チャネルの符号に対して上記探索アルゴリズムによる

演算を行うことにより、音声符号化装置にて探索された確率的音源を求めることができる。

なお、上記各実施の形態では、ヴァリエーションを2倍にするため2の剰余をとったが、本発明はこれに限られず、更なる低ビットレート化やサブフレーム長拡張のため剰余を取る数値を3以上に大きくする場合にも有効である。
5

また、上記各実施の形態では、複数チャネルの情報を加算によって統合したが、本発明はこれに限られず、重み付き加算（定数を乗じて加算）や乱数発生器等より高度な関数を用いる場合にも有効である。

また、上記各実施の形態では、剰余によって他のチャネルの情報を反映する
10 値の抽出を行ったが、本発明はこれに限られず、乱数発生器や変換テーブルを用いる等、より高度な関数を用いる場合にも有効である。

また、上記各実施の形態では、代数的符号帳を用いた場合でありインパルスの位置が符号に対応していたが、本発明はこれに限られず、確率的符号帳が部分波形の和で構成されておりその始端位置が符号に対応している場合にも有効
15 である。

また、上記各実施の形態では、代数的符号帳を用いた場合でありインパルスの位置が符号に対応していたが、本発明はこれに限られず、確率的符号帳がROMに格納された多数の固定波形で構成されており、その中の複数の和で音源波形が作成されており、その波形番号が符号に対応している場合にも有効である。
20 この場合、「位置」を「波形番号」に置き換えれば本発明を容易に応用することができる。

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、所定のチャネルのパルス位置を他のチャネルのパルス位置と関連付けて符号化し、これと極性の符号を合わせた符号を確率的符号帳の音源の符号とすることにより、確率的音源を従来よりも少ないビット数で表現することができ、かつ、パルスが全く立たない位置が存在しないようにヴァリエーションを確保することができる。
25

基づくものである。この内容をここに含めておく。

産業上の利用可能性

本発明は、C E L P 方式の音声符号化装置／音声復号装置に用いるに好適で
5 ある。

請 求 の 範 囲

1. 複数の音源波形を出力することができ、複数のチャネルに分かれている符号帳の音源波形の符号化方法であって、所定のチャネルの音源波形候補を他のチャネルの音源波形候補と関連付け、所定のアルゴリズムにより探索された音源波形の符号を符号帳の音源の符号とする符号化方法。
5
2. ループの外側の音源波形候補に応じてループの内側の音源波形候補を変化させる n 重ループ（ n はチャネル数）の探索アルゴリズムにより音源波形を探索する請求の範囲1記載の符号化方法。
3. 符号帳はC E L Pで用いられる確率的符号帳である請求の範囲1記載の符号化方法。
10
4. 確率的符号帳は代数的符号帳であり、音源波形候補はパルス位置で表現されている請求の範囲3記載の符号化方法。
5. 所定のチャネルの音源波形候補を他のチャネルの音源波形候補を表す番号の剩余演算結果にて関連付ける請求の範囲1記載の符号化方法。
15
6. 剩余演算結果を、所定のチャネルの音源波形候補を示すパルス位置の候補集合のインデクスに関連付ける請求の範囲5記載の符号化方法。
7. 剩余演算結果を、所定のチャネルの音源波形候補を示すパルス位置に関連付ける請求の範囲5記載の符号化方法。
8. 関連付けが剩余演算結果の加算で行われる請求の範囲6記載の符号化方法。
20
9. 請求の範囲1記載の符号化方法により符号帳の音源を符号化する音声符号化装置。
10. 請求の範囲1記載の符号化方法に対応した符号帳の音源の復号を行う音声復号装置。

要 約 書

確率的符号帳 103 は、所定のチャネルのパルス位置を他のチャネルのパルス位置と関連付け、所定のアルゴリズムによりパルス位置を探索し、探索されたパルス位置と極性の符号とを合わせた符号を確率的音源の符号として音源作成部 104 に出力する。これにより、低ビットレート化のために確率的符号帳のパルスを符号化する際のビット数の削減を図りながら、パルスが全く立たない位置が存在しないようにヴァリエーションを確保することができる。

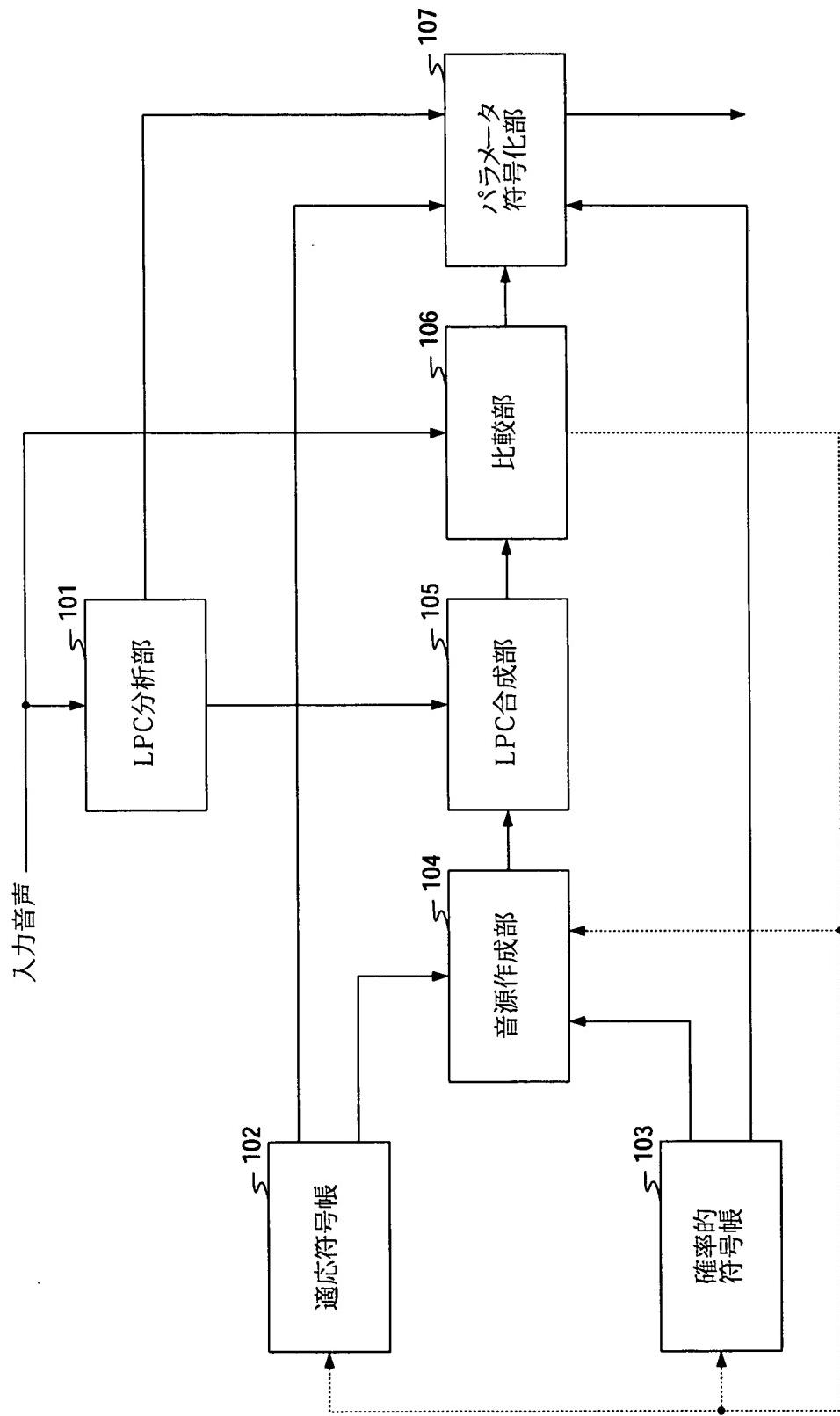
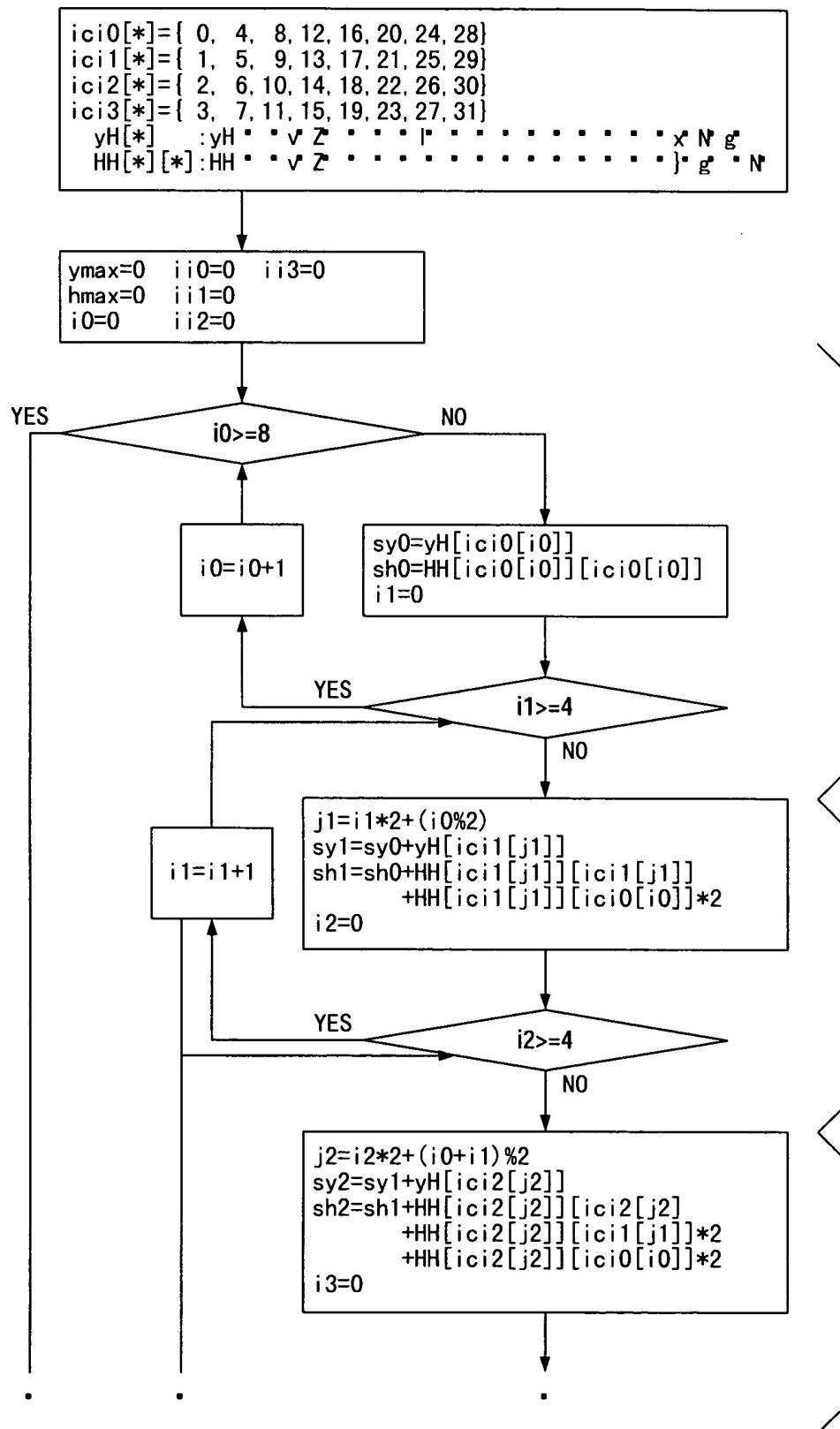


図 1



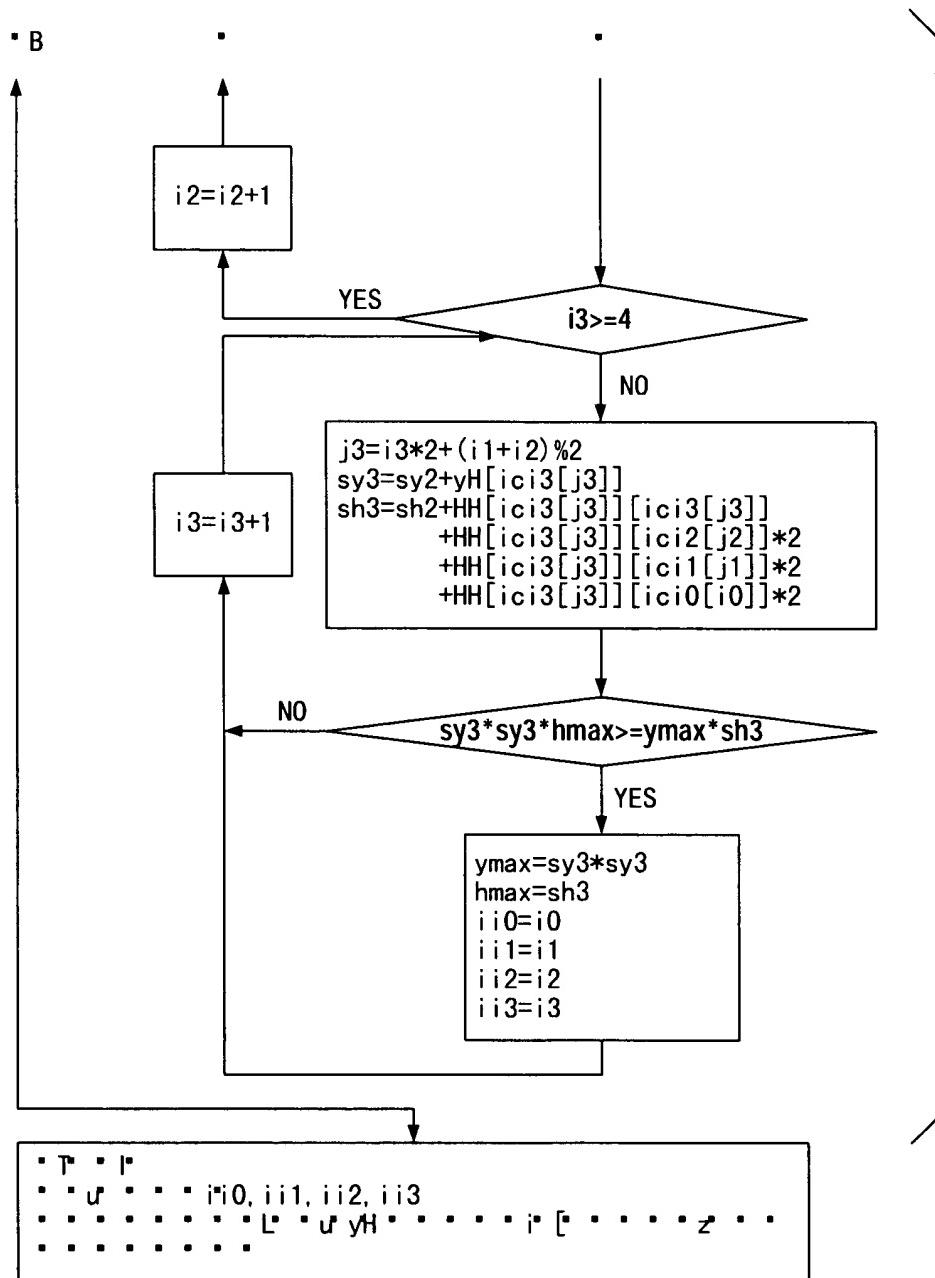


図3

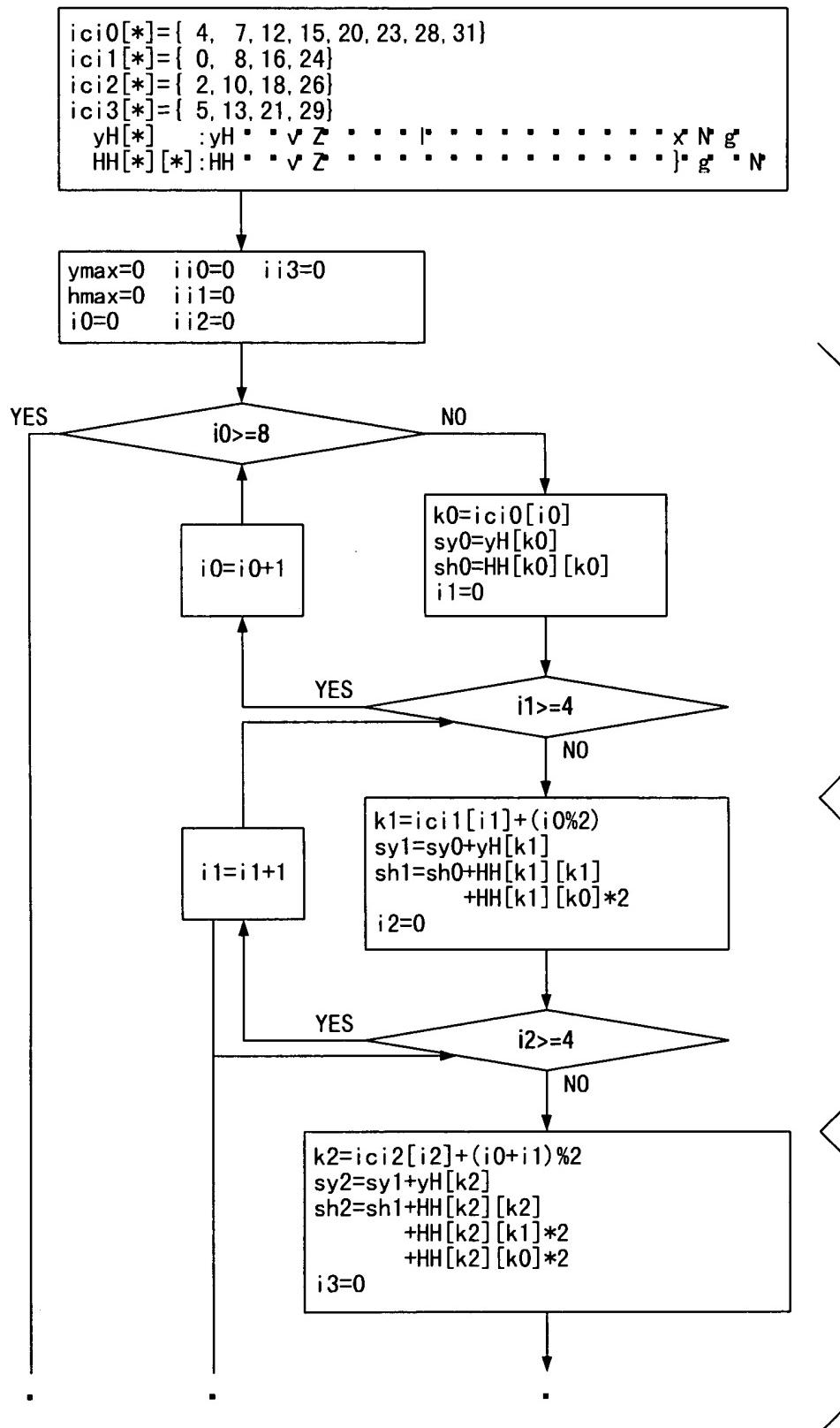


図 4

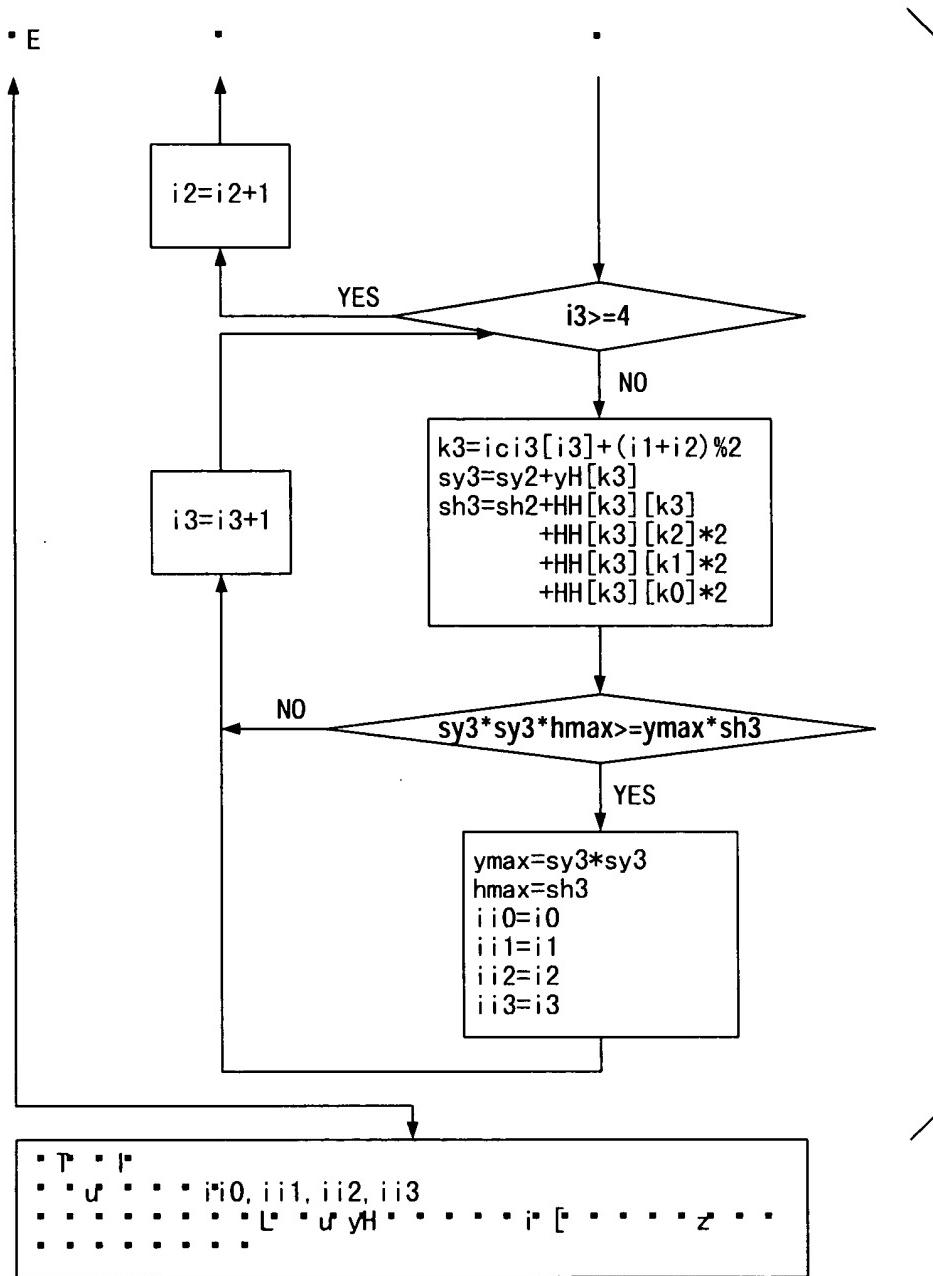


図 5